

7
CLIPPEDIMAGE= JP402311159A

PAT-NO: JP402311159A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 02311159 A

TITLE: ELECTROMAGNETIC STEPPING ACTUATOR

PUBN-DATE: December 26, 1990

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

KAMITSUBARA, TSUNEO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

MITSUBISHI MATERIALS CORP

MIC KOGYO KK

COUNTRY

N/A

N/A

APPL-NO: JP01128885

APPL-DATE: May 24, 1989

INT-CL (IPC): H02K037/04;H01F007/16

US-CL-CURRENT: 310/49R,310/50

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain a small and highly sensitive electromagnetic stepping actuator which is suitable for mass production and in which the stroke of movable pole can be maintained by providing means for feeding power having specific polarity to each coil and switching the polarity according to a specific order.

CONSTITUTION: Upon power supply to a coil 5, a first ring pole 3 is magnetized to produce lines of magnetic force which are then lapped over those of a permanent magnet 1. When the lines of magnetic force shown by solid lines and doe lines are in same direction, attraction force functions

between first and
second ring poles 3, 7 while when they are in opposite
directions, attraction
force is cancelled between same poles. Consequently, a
movable pole 8 moves by
single step to the right as show at (c) and when power is
fed to each coil 5 in
the direction shown at (c), the movable pole 8 moves by
single step to the left
as shown at (a). By such arrangement, a small and highly
sensitive
electromagnetic stepping actuator suitable for mass
production and having a
long stroke can be obtained.

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&Japio

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-311159

⑬ Int. Cl.⁵

H 02 K 37/04
H 01 F 7/16

識別記号

5 0 2 V
B

庁内整理番号

7829-5H
7135-5E

⑭ 公開 平成2年(1990)12月26日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全9頁)

⑮ 発明の名称 電磁ステッピングアクチュエータ

⑯ 特 願 平1-128885

⑰ 出 願 平1(1989)5月24日

⑱ 発 明 者 上 津 原 常 男 東京都千代田区丸の内1丁目5番1号 ミック工業株式会社内

⑲ 出 願 人 三菱鉱業セメント株式会社 東京都千代田区丸の内1丁目5番1号

⑳ 出 願 人 ミック工業株式会社 東京都千代田区丸の内1丁目5番1号

㉑ 代 理 人 弁理士 小 杉 佳 男

明 細 書

1. 発明の名称

電磁ステッピングアクチュエータ

2. 特許請求の範囲

- 1 軸方向に磁化された円筒状永久磁石および該永久磁石の両磁極側に該永久磁石と同一軸心に配設された円筒ヨーク並びに該円筒ヨーク内面に該円筒ヨークと同一軸心にかつ軸方向に所定のピッチで配設された所定数の第1のリング状磁極を備えた固定磁極と、該円筒ヨークの周方向に巻回され該各第1のリング状磁極を通電により磁化するコイルと、該各コイルに所定極性の電流を通電すると共に該各電流の極性を所定の順序に従って切替え供給する通電制御手段と、該固定磁極と同一軸心に該各第1のリング状磁極の磁極面に内接して貫設された非磁性ガイドパイプ又は非磁性間隙と、軸方向に所定のピッチで配設された所定数の第2のリング状磁極を備え該ガイドパイプ内を軸方向に摺動自在な可動磁極

とからなり、該第1および第2のリング状磁極は該可動磁極が摺動したときもそれぞれ常に軸方向所定周回位置の磁極同士が対向するように配設されると共に、対向する該第1および第2のリング状磁極においては前記永久磁石の磁束と前記通電制御手段による該第1のリング状磁極の磁束とを相殺させ、対向していない該両磁極においては該両磁束を相加させて該可動磁極をステップ状に順次前方向又はその逆方向に移動させることを特徴とする電磁ステッピングアクチュエータ。

- 2 軸方向に磁化された円筒状永久磁石および該永久磁石の両磁極側に該永久磁石と同一軸心に配設された円筒ヨーク並びに該円筒ヨーク内面に該円筒ヨークと同一軸心にかつ軸方向に所定のピッチで配設された所定数の第3のリング状磁極を備えた固定磁極と、該第3のリング状磁極の各リングの内周面上に所定数等間隔に配設されると共に各リング上の

配設位置を順次軸方向に応じて所定角度ずつ回転させた第1の円弧状磁極片と、該円筒ヨークの周方向に巻回され該各第1の円弧状磁極片を通电により磁化するコイルと、該各コイルに所定極性の電流を通电すると共に該各電流の極性を所定の順序に従って切替え供給する通電制御手段と、該固定磁極と同一軸心に該各第1の円弧状磁極片の磁極面に内接して貫設された非磁性ガイドパイプ又は非磁性間隙と、該第3のリング状磁極と同数同ピッチで該第3の各リング状磁極に対向する位置にそれぞれ所定数の第2の円弧状磁極片を周設し該ガイドパイプ内を回動自在な可動磁極とからなり、該第1および第2の円弧状磁極片は該可動磁極が回動したときも常に軸方向所定周期位置の磁極片同士が対向するように配設されると共に、対向する該第1および第2の円弧状磁極片においては前記永久磁石の磁束と前記通電制御手段による該第1の円弧状磁極片の磁束とを相殺さ

からなり、該各第3の柱状磁極片および該第4の磁極片は、該板状回動磁極が回動したときも常に所定位置関係にある磁極片同士が対向するように配設されると共に、対向する両磁極片には該円筒状永久磁石の磁束と前記通電制御手段による該第3の柱状磁極片の磁束とを相殺させ、対向していない該両磁極片には該両磁束を相加させて該板状回動磁極をステップ状に時計回り又は反時計回りに回転させることを特徴とする電磁ステッピングアクチュエータ。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、電磁ステッピングアクチュエータに関し、さらに詳しくは、ソレノイドコイルに通電することにより発生する電磁力によってブランジャーにステップ変位を与える電磁ステッピングアクチュエータに関する。

〔従来の技術〕

従来の電磁ステッピングアクチュエータが持つ

せ、対向していない該両磁極片においては該両磁束を相加させて該可動磁極をステップ状に時計回り又は反時計回りに回転させることを特徴とする電磁ステッピングアクチュエータ。

3 軸方向に磁化された円筒状永久磁石の一方の磁極面を固定した板状ヨークおよび該板状ヨークの該永久磁石側に該永久磁石の軸心を中心とする円周上に所定数等間隔に第3の柱状磁極片を備えた固定磁極と、該各第3の柱状磁極片を通电により磁化するコイルと、該各コイルに所定極性の電流を通电すると共に該各電流の極性を所定の順序に従って切替え供給する通電制御手段と、該円筒状永久磁石の他の面側に該各第3の柱状磁極片および該円筒状永久磁石と所定の間隙を介して対向すると共に該円筒状永久磁石と同一軸心を中心として回動自在に該永久磁石と結合され、かつ、該回動軸を中心とする円周上に所定数等間隔に第4の磁極片を設けた板状回動磁極と

ている本質的な欠点について説明する。

①電磁アクチュエータに使用される円筒状永久磁石は、円筒の半径方向に磁化された永久磁石であることが多く、両極の面積が異なり磁化されにくく、従って、幾つかに分解して製作し、それらを円筒状に組立て製造されていた。従って、製作・組立工程数が増加するという問題があった。

②電磁アクチュエータの固定電極を励磁するコイルの巻回には、コイル面がヨーク側面と平行となるようになされていた。従って、固定電極の構造によってはコイルの装着に手間が掛るという問題があった。

③一般に電磁アクチュエータの固定電極と可動電極の間に作用する電磁力吸引力Fおよび固定電極と可動電極の間の空隙における磁束密度Bは次式で示される。

$$F = K_1 B^2 S \quad \dots (1)$$

$$B = K_2 (NI)^2 / d \quad \dots (2)$$

ここに、

K_1 、 K_2 … 比例常数

S…固定電極と可動電極の間の空隙の断面積

N I…磁路の励磁アンペアターン

d…固定電極と可動電極の間の空隙長さである。

(1)式と(2)式から、

$$F = K_1 K_2 (N I)^2 S / d^2 \dots (3)$$

(3)式が求められるが、電磁吸引力Fは、磁路の励磁アンペアターンN Iの2乗と断面積Sに比例し、空隙長さdの2乗に反比例することは明白であり、特に可動電極のストローク長の2乗に比例して電磁力吸引力Fが減少する特性は、電磁アクチュエータ駆動所要電力の増大、或は電磁アクチュエータの大型化を必要としていた。

〔発明が解決しようとする課題〕

本発明は、上述のような欠点を排除し、量産に好適であり、かつ、小型・高感度で大きな可動電極のストローク長を持つ電磁ステッピングアクチュエータを提供することを課題とするものである。

〔課題を解決するための手段〕

からなり、第1および第2のリング状磁極は可動磁極が摺動したときもそれぞれ常に軸方向所定期位置の磁極同士が対向するように配設されると共に、対向する第1および第2のリング状磁極においては永久磁石の磁束と通電制御手段による該第1のリング状磁極の磁束とを相殺させ、対向していない両磁極においては両磁束を相加させて可動磁極をステップ状に順次前方向又はその逆方向に移動させることを特徴とする電磁ステッピングアクチュエータである。

第2の発明は、

①軸方向に磁化された円筒状永久磁石、永久磁石の両磁極側に永久磁石と同一軸心に配設された円筒ヨークおよび円筒ヨーク内面に円筒ヨークと同一軸心にかつ軸方向に所定のピッチで配設された所定数の第3のリング状磁極を備えた固定磁極と、

②第3のリング状磁極の各リングの内周面上に所定数等間隔に配設されると共に各リング上の配設位置を順次軸方向に応じて所定角度ず

本発明は、上述の問題点を解決するものであり、次の技術手段を採った。すなわち、

第1の発明は、

①軸方向に磁化された円筒状永久磁石、永久磁石の両磁極側に永久磁石と同一軸心に配設された円筒ヨークおよび円筒ヨーク内面に円筒ヨークと同一軸心にかつ軸方向に所定のピッチで配設された所定数の第1のリング状磁極を備えた固定磁極と、

②円筒ヨークの周方向に巻回され各第1のリング状磁極を通電により磁化するコイルと、

③各コイルに所定極性の電流を通電すると共に各電流の極性を所定の順序に従って切替え供給する通電制御手段と、

④固定磁極と同一軸心に各第1のリング状磁極の磁極面に内接して貫設された非磁性ガイドパイプ又は非磁性間隙と、

⑤軸方向に所定のピッチで配設された所定数の第2のリング状磁極を備えガイドパイプ内を軸方向に摺動自在な可動磁極と、

つ回転させた第1の円弧状磁極片と、

⑥円筒ヨークの周方向に巻回され各第1の円弧状磁極片を通電により磁化するコイルと、

⑦各コイルに所定極性の電流を通電すると共に各電流の極性を所定の順序に従って切替え供給する通電制御手段と、

⑧固定磁極と同一軸心に各第1の円弧状磁極片の磁極面に内接して貫設された非磁性ガイドパイプ又は非磁性間隙と、

⑨第3のリング状磁極と同数同ピッチで第3の各リング状磁極に対向する位置にそれぞれ所定数の第2の円弧状磁極片を周設しガイドパイプ内を回動自在な可動磁極と、

からなり、第1および第2の円弧状磁極片は可動磁極が回動したときも常に軸方向所定期位置の磁極片同士が対向するように配設されると共に、対向する第1および第2の円弧状磁極片においては永久磁石の磁束と通電制御手段による第1の円弧状磁極片の磁束とを相殺させ、対向していない両磁極片においては両磁束を相加させて可動磁極

をステップ状に時計回り又は反時計回りに回転させることを特徴とする電磁ステッピングアクチュエータである。

第3の発明は、

①軸方向に磁化された円筒状永久磁石の一方の磁極面を固定した板状ヨーク、板状ヨークの永久磁石側に永久磁石の軸心を中心とする円周上に所定数等間隔に第3の柱状磁極片を備えた固定磁極と、

②各第3の柱状磁極片を通電により磁化するコイルと、

③各コイルに所定極性の電流を通電すると共に各電流の極性を所定の順序に従って切替え供給する通電制御手段と、

④円筒状永久磁石の他の面側に各第3の柱状磁極片および円筒状永久磁石と所定の間隙を介して対向すると共に円筒状永久磁石と同一軸心を中心として回転自在に永久磁石と結合され、かつ、回転軸を中心とする円周上に所定数等間隔に第4の磁極片を設けた板状回転磁

せることができる。

第3の発明では、通電制御手段によって各コイルに通電すると、回転磁極は順次ステップ状に時計回り又は反時計回りに回転させることができる。

〔実施例〕

本発明の実施例を図面によって説明する。

(第1の発明)

第1図は第1の発明の第1の実施例の説明図であり、第1図(a)、第1図(b)および第1図(c)は軸方向断面図、第1図(d)は平面図を示す。第1図(a)は、軸方向に磁化された円筒状永久磁石1、永久磁石1の両磁極側に永久磁石1と同一軸心に配設された円筒ヨーク2および円筒ヨーク2内に円筒ヨーク2と同一軸心に所定のピッチで配設された4個の第1のリング状磁極3を備えた固定磁極4と、円筒ヨーク2の周方向に巻回され各第1のリング状磁極3を通電により磁化するコイル5と、固定磁極4と同一軸心に各第1のリング状磁極3の磁極面に内接して貫設さ

極と、

からなり、各第3の柱状磁極片および第4の磁極片は、板状回転磁極が回転したときも常に所定位置関係にある磁極片同士が対向するように配設されると共に、対向する両磁極片には円筒状永久磁石の磁束と通電制御手段による第3の柱状磁極片の磁束とを相殺させ、対向していない両磁極片には両磁束を相加させて板状回転磁極をステップ状に時計回り又は反時計回りに回転させることを特徴とする電磁ステッピングアクチュエータである。

〔作用〕

本発明は上述のように構成したので、

第1の発明では、通電制御手段によって各コイルに通電すると、可動磁極は順次前方向或はその逆方向(或は上下)にガイドパイプ内をステップ状に移動させることができる。

第2の発明では、通電制御手段によって各コイルに通電すると、可動磁極は順次時計回り又は反時計回りにガイドパイプ内をステップ状に回転さ

れた非磁性ガイドパイプ6と、ガイドパイプ6内を摺動自在な4個の第2のリング状磁極7を備えた円筒状可動磁極8とから構成している。この場合第1のリング状磁極3のピッチは、同磁極片の厚さの3n倍、第2のリング状磁極7のピッチは、同磁極片の厚さの2n倍としている(第1図では $n=1$ である)。nは2以上としてもよいことは勿論である。

なお、各コイル5に所定極性の電流を通電すると共に各電流の極性を所定の順序に従って切替え供給する通電制御手段は省略している。

第1図(a)には、コイル5には通電していない状態、すなわち、円筒状永久磁石1のみによる磁力線(実線)の状態が示されており、各第1のリング状磁極3、第2のリング状磁極7は図示されるような位置関係で安定している。第1図(b)に示すように、コイル5に通電すると、第1のリング状磁極3は磁化され点線で示すように磁力線が発生し永久磁石1の磁力線(実線)と重畳される。すなわち、実線と点線で示す磁力線が

同一向きの場合は、第1のリング状磁極3と第2のリング状磁極間7には吸引力が作用し、実線と点線で示す磁力線が反対向きの場合は、同磁極間では吸引力が打消され消滅する。従って、可動磁極8は第1図(c)に示すように1ステップ右に移動する。

同様に、通電制御手段によって、各コイル5に第1図(c)に示すような方向に通電すると、可動磁極8は第1図(a)に示すように1ステップ左に移動し元の状態に復帰する。

第2図は第1の発明の第2の実施例の説明図であり、第2図(a)、第2図(b)、第2図(c)、第2図(d)および、第2図(e)は軸方向断面図、第2図(f)は平面図を示す。本実施例は6個の第1のリング状磁極3を備えた固定磁極4と、5個の第2のリング状磁極7を備えた円筒状可動磁極8とから構成した例である。

第2図(a)は円筒状永久磁石1のみによる磁力線(実線)の状態が示されている。この時、第2図(b)に示すようにコイル5に通電すると第2図(c)に示すように磁力線が変化し、可動磁極8は第2図(d)に示すように更に左へ1ステップ移動する。ついで、第2図(d)に示すようにコイル5に通電すると可動磁極8は第2図(e)に示すように更に左へ1ステップ移動する。

この例は、第1のリング状磁極のピッチを、同磁極の厚さの2n倍、第2のリング状磁極のピッチを、同磁極片の厚さの3n倍としているが(第2図では $n=1$ である)、勿論nは2以上としてもよい。

(第2の発明)

第1の発明が円筒状可動磁極が軸心に沿って前後(或は上下)に摺動するのに対し、本発明は、円筒状可動磁極が軸心を中心として回転するように、

$$360^\circ \div 6 = 60^\circ$$

すなわち、軸方向に 60° ずつ回転させて配設されている、従って、第2の円弧状磁極片10が6ステップ同一方向に回転すると可動磁極12は1回転することになる。

第3図(a)～(d)は永久磁石1のみによる磁力線(実線)の状態が示されている。この時、第4図(a)に示すようにコイル5に通電すると各第1の円弧状磁極片9および第2の円弧状磁極片10間の磁力線の状態は第4図(b)～(d)となり、可動磁極12は第5図(b)～(d)に示すように時計回りに 60° 回転する。ついで、第5図(a)に示すようにコイル5に通電すると同様に、可動磁極12は第6図(b)～(d)に示すように時計回りに更に 60° 回転する。ついで、第6図(a)に示すようにコイル5に通電すると、可動磁極12は更に 60° 回転する。

なお、本実施例のm、nは適宜選定することが

本発明の実施例を第3図～第6図に示す。第3図(a)～第6図(a)は軸方向断面図、第3図(b)～第6図(b)、第3図(c)～第6図(c)および第3図(d)、第4図(d)～第6図(d)はそれぞれ第3図(a)、第4図(a)～第6図(a)のA-A矢視断面図、B-B矢視断面図およびC-C矢視断面図である。

第3図(a)は、固定磁極11に第3のリング状磁極20を6個(3m個 但し $m=2$)軸方向に設け、各第3のリング状磁極20には第1の円弧状磁極片9を2個周設している。可動磁極12には各第3のリング状磁極20に対向して、第2の円弧状磁極片10を2個ずつ軸方向に6(2n個 但し $n=3$)個設けている。各第2の円弧状磁極片10は周方向に同一向きに配設されているが、各第1の円弧状磁極片9は第3のリング状磁極20内面に等間隔に配設されるが、その位置は第3図(b)、(c)、(d)に示す

できる。

(第3の発明)

第7図および第8図は第3の発明の説明図であり、第7図は第1の実施例を示し、第7図(a)は軸方向断面図、第7図(b)は第7図(a)のD-D矢視図、第7図(c)は第7図(a)のE-E矢視図、第8図は第2の実施例であり、第8図(a)は軸方向断面図、第8図(b)は第8図(a)のF-F矢視図、第8図(c)は第8図(a)の回動磁極のG-G矢視図である。

第7図に示すように、軸方向に磁化された円筒状永久磁石1の一方の磁極面を固定した板状ヨーク14および、板状ヨーク14の永久磁石側に永久磁石1の軸心を中心とする円周上に3個(3n個 但しn=1)の等間隔に設けた第3の柱状磁極片13(本実施例では円柱状に構成している)を備えた固定磁極16と、4個(2n個 但しn=1)の第4の磁極片15を設けた回動磁極17からなり、回動磁極17は回動可能に固定磁極16と結合されている。

きくすることができるので、移動磁極側の各ステップ移動距離を正確にすることができる。

(発明の効果)

本発明は、次のような優れた効果を奏する。

- ①小型、高感度の電磁ステッピングアクチュエータを得ることができる。
- ②単純で頑丈な構造であり、永久磁石の磁化方向およびコイルの巻線の巻回方法を改善したために大量生産に好適である。
- ③比例制御による位置決めなど多種多様なメカトロニクス手段に応用することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図～第8図は本発明の実施例の説明図であり、第1図は第1の発明の第1の実施例の説明図であり、第1図(a)、第1図(b)および第1図(c)は軸方向断面図、第1図(d)は平面図、第2図は第1の発明の第2の実施例の説明図であり、第2図(a)、第2図(b)、第2図(c)、第2図(d)および、第2図(e)は軸方向断面図、第2図(f)は平面図、第3図～第

各コイル5に所定の極性の電流を通電すると、永久磁石1と、円筒状磁極片13に生じる磁力線との相互作用により第4の磁極片15は1ステップずつ時計回り或は反時計回りに移動する。第3の柱状磁極片13および第4の磁極片15の個数のnは適宜選定することができる。

第8図は、第2の実施例であり、板状ヨークの代わりに円板状ヨークを用い、固定磁極16側に6個の第3の柱状磁極片13を備え、また、永久磁石1は回動磁極17側に設けた例を示している。

すなわち、第7図および第8図において永久磁石1は固定磁極16側又は回動磁極17側の何れの側に設けてもよい。

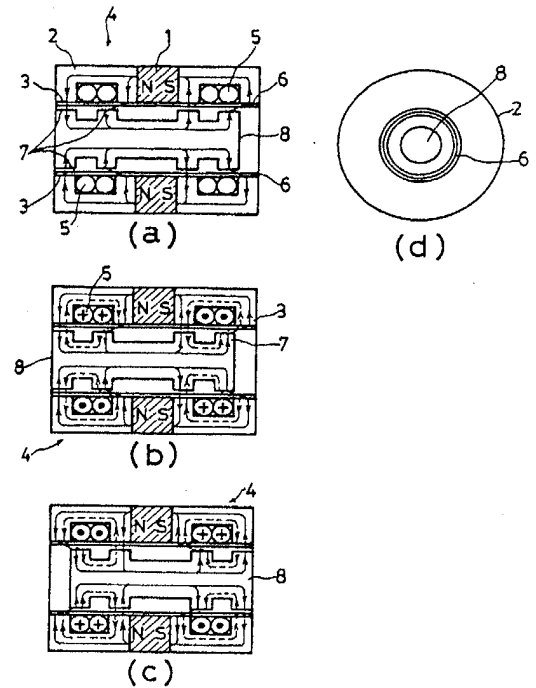
以上、本発明の各実施例について説明したが、第1のリング状磁極3と第2のリング状磁極7、第1の円弧状磁極片9と第2の円弧状磁極片10および第3の柱状磁極片13と第4の磁極片15の夫々の対向面は周囲を面取りして磁極面を小さくすれば、各磁極面を通過する磁束密度を大

6図は第2の発明の一実施例の説明図であり、第3図(a)～第6図(a)は軸方向断面図、第3図(b)～第6図(b)、第3図(c)～第6図(c)および第3図(d)～第6図(d)はそれぞれ第3図(a)～第6図(a)のA-A矢視断面図、B-B矢視断面図およびC-C矢視断面図、第7図および第8図は第3の発明の説明図であり、第7図は第1の実施例を示し、第7図(a)は軸方向断面図、第7図(b)は第7図(a)のD-D矢視図、第7図(c)は第7図(a)のE-E矢視図、第8図は第2の実施例であり、第8図(a)は軸方向断面図、第8図(b)は第8図(a)のF-F矢視図、第8図(c)は第8図(a)の回動磁極のG-G矢視図である。

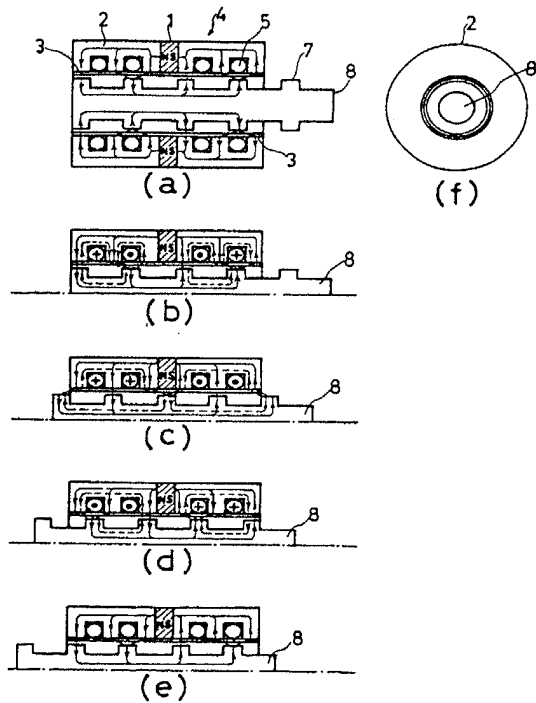
- 1…永久磁石 2…ヨーク
- 3…第1のリング状磁極 4…固定磁極
- 5…コイル 6…ガイドパイプ
- 7…第2のリング状磁極 8…可動磁極
- 9…第1の円弧状磁極片

- 10…第2の円弧状磁極片
 11…固定磁極 12…可動磁極
 13…第3の柱状磁極片
 14…板状ヨーク
 15…第4の磁極片
 16…固定磁極
 17…可動磁極
 20…第3のリング状磁極

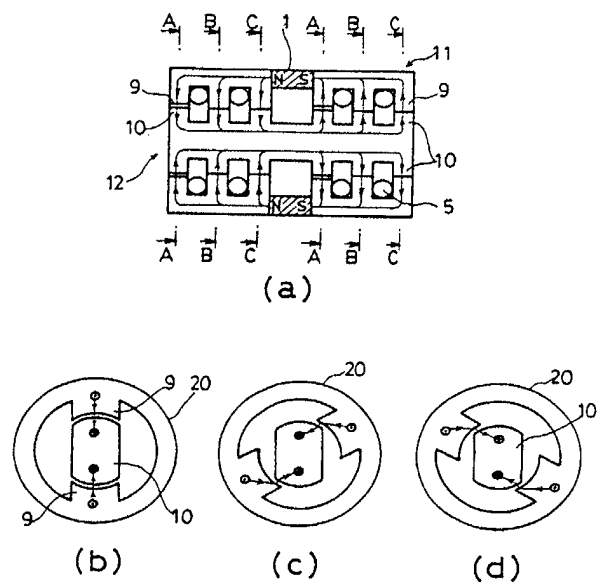
出 願 人 三菱鉱業セメント株式会社
 ミック工業株式会社
 代 理 人 弁理士 小 杉 佳 男



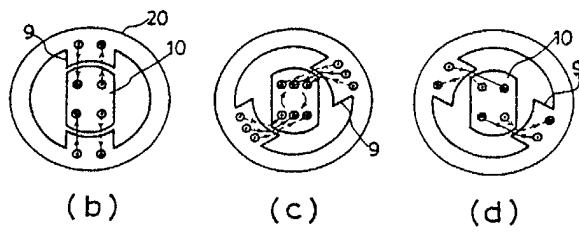
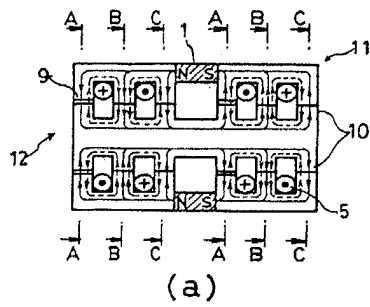
第 1 図



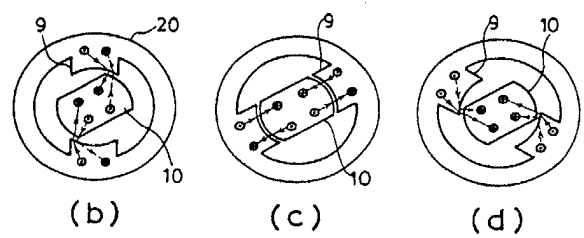
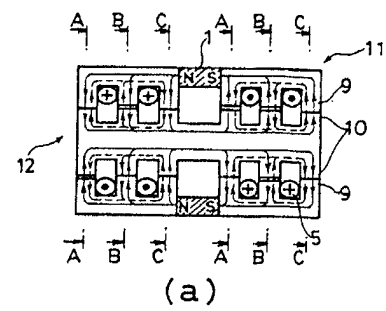
第 2 図



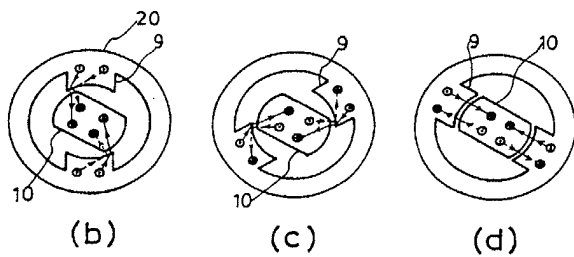
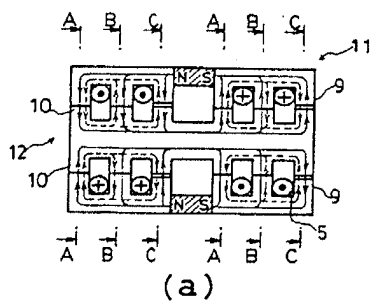
第 3 図



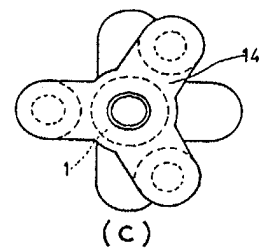
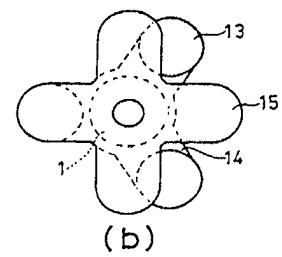
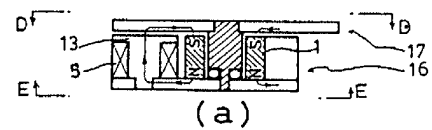
第 4 図



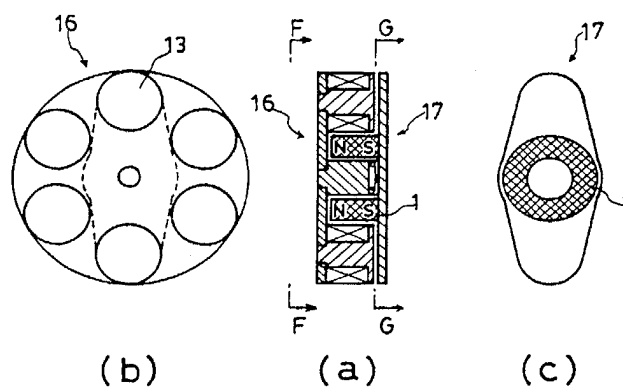
第 5 図



第 6 図



第 7 図



第 8 図